



積層圧電セラミックスを用いた斜対称圧電振動子利用の超音波モータ

その他（別言語等） のタイトル	Ultrasonic motor using a diagonally symmetrical layer ceramic plate vibrating in L1-F2 coupling vibration modes.
著者	高野 剛浩, 田村 英樹, 富川 義朗, 青柳 学
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2006年秋季
ページ	905-906
発行年	2006-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/1662

積層圧電セラミックスを用いた斜対称圧電振動子利用の超音波モータ

その他（別言語等） のタイトル	Ultrasonic motor using a diagonally symmetrical layer ceramic plate vibrating in L1-F2 coupling vibration modes.
著者	高野 剛浩, 田村 英樹, 富川 義朗, 青柳 学
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2006年秋季
ページ	905-906
発行年	2006-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/1662

積層圧電セラミックスを用いた斜対称圧電振動子利用の超音波モータ*

○高野 剛浩 田村 英 樹 富川 義朗 青柳 学
(東北工大) (山形大工) (山形大工) (室蘭工大)

まえがき： 矩形状の振動子を斜対称にすることにより、縦振動と屈曲振動が結合することはよく知られている。筆者らは斜対称圧電振動子の縦1次-屈曲2次モードの結合を利用した超音波モータについて、その構成を提案し、特性例を報告してきた[1,2]。本構成の特長は、単相駆動で、周波数の切り替えによって両方向回転のモータが実現できることである。

本文では、低電圧での使用を目的として、積層型圧電セラミック振動子を用いる構成を検討した。試作した振動子で、端面の振動速度の測定から、両モードが結合していることを実験的に確かめた。さらに回転型モータを構成し、1~3V程度の電圧で動作し、周波数の切り替えによって両方向回転のモータが実現されることを示した。

振動子の構造と振動モード： 実験に用いた積層型圧電セラミック振動子を Fig.1 に示している。全長が $l=30\text{mm}$ 、幅 $b=8\text{mm}$ ($b/l=0.267$) の両端を図のように 14° 削り落としている。厚さ $t=2.0\text{mm}$ で、積層数は12枚である。電極は

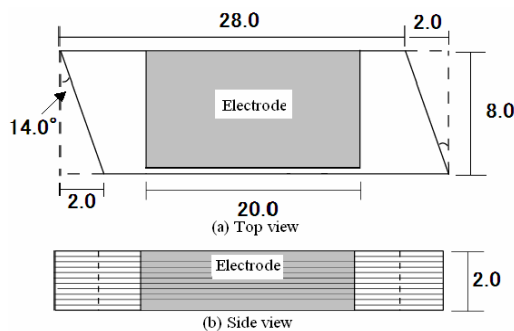


Fig.1 Diagonally symmetrical layer ceramic vibrator.

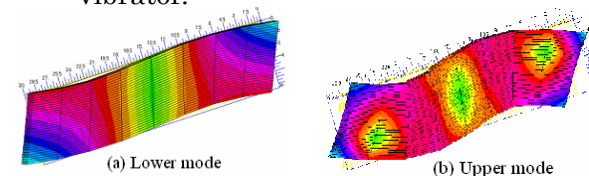


Fig.2 Vibration modes of the vibrator by FEM.

両側の側面から取り出し、図のようにそれぞれ振動子の上下面に 20mm 幅で塗布されている。

Fig.2 は FEM による振動モードを示している。これより Lower-mode は縦成分が強く、Upper-mode は屈曲成分が強いことが分かる。試作した振動子の周波数特性を Fig.3 に示している。2 つのモードの共振周波数の差は、約 2.6 kHz である。振動子の等価定数の測定値を Table1 に示しているが、Upper-mode の Q は Lower-mode の Q の2倍程度であり、容量比は、それぞれ $\gamma_L=17.2$ 、 $\gamma_U=35.2$ であった。

2 つのモードの振動速度の測定例を Figs.4~7 に示している。これらは LDV により振動子の端面を測定したもので、それぞれ Fig.2 に示した各モードの特徴を表しているのが分かる。

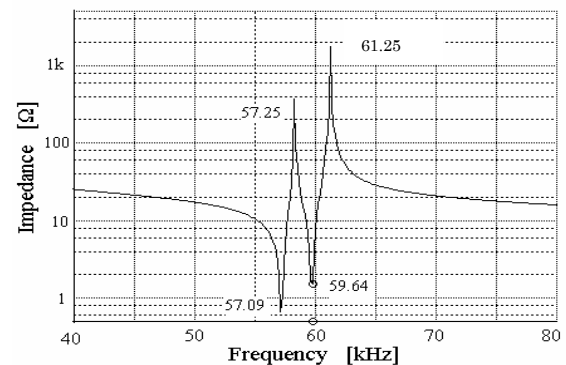


Fig.3 Frequency characteristic of the trial vibrator.

Table1 Equivalent constants of the trial vibrator.

	Lower-mode	Upper-mode
f kHz	57.175	59.750
R Ω	0.90	0.90
Q	364	711
L mH	0.912	1.705
C nF	8.50	4.16
Cd nF	146.6	146.6
γ	17.2	35.2

*Ultrasonic motor using a diagonally symmetrical layer ceramic plate vibrating in L1-F2 coupling vibration modes. By T.Takano (Tohoku Institute of Technology), H.Tamura, Y.Tomikawa(Yamagata University) and M.Aoyagi (Muroran Institute of Technology).

Figs.4,5 は、各々Lower-mode、Upper-modeの長端面の振動速度で、ともに屈曲 2 次振動の様相を呈している。入力異なるがUpper-modeの振動速度が大きく、屈曲成分が多いことを表している。

Figs.6,7 は短端面の振動速度の、縦方向成分(L-direction)と幅方向成分(W-direction)を測定したものである。Lower-modeの場合、一方の端面の振れは両方向とも小さく、両方向とも他端に向かって一様に増加している。これに対してUpper-modeの場合は、縦方向と幅方向の振動速度の変化は逆である。この端面から駆動力を取り出す場合には、注意を要する。また、Lower-modeとUpper-modeでは、両方向の位相が逆になっているが、これはモータを構成した際に、回転方向が逆になることを意味している。

試作モータの特性： 試作モータは、短端面に直径 3mm のシャフトを押し付け、回転力を取り出す構造とした[3]。シャフトは端面の中央部に押しつけ、入力に対する回転数を測定した。Fig.8 に示すように低電圧で、両方向回転に動作する特性が得られた。入力電力は、共に 20~200mW 程度である。

あとがき： 積層圧電セラミックスを用いた斜対称振動子を試作し、超音波モータへの応用を試みた。結合モードの振動特性と試作超音波モータの特性を示し、その特徴を実験的に明らかにした。今後さらに検討を加え、特性の向上を図りたい。

参考文献： [1] 青柳他：信学論 C- I Vol.11, pp.560-566,1995. [2] 田村他：2006 春季音学会講論集, pp.1055-1056, 2006. [3] 高野他：2006 春季音学会講論集, pp.1053-1054, 2006.

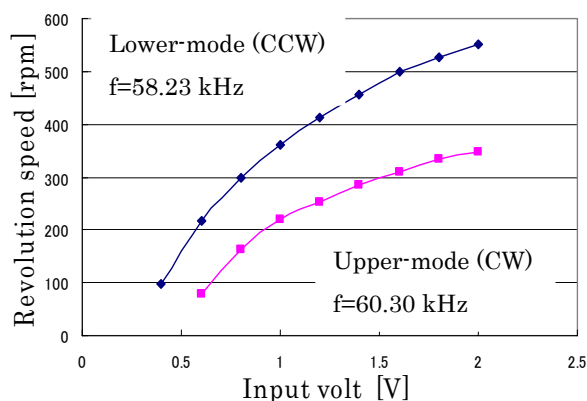


Fig.8 Revolution characteristics of the trial motor.

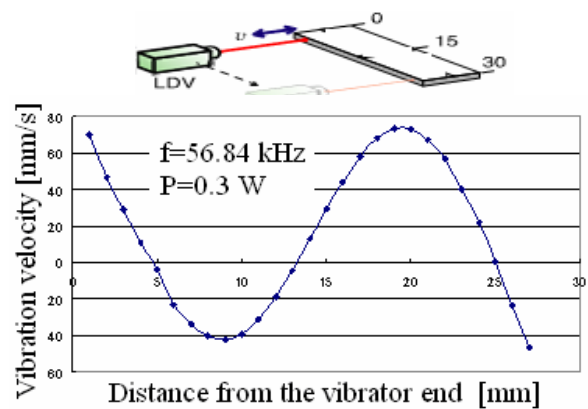


Fig.4 Vibration velocity of Lower-mode.

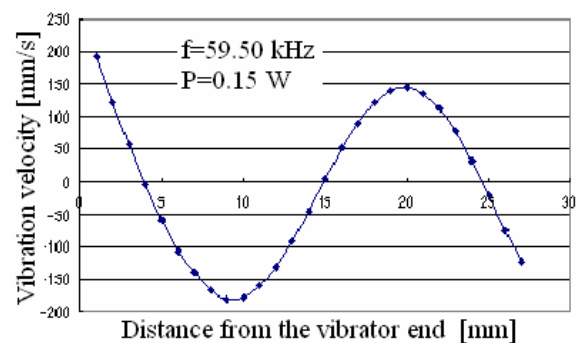


Fig.5 Vibration velocity of Upper-mode.

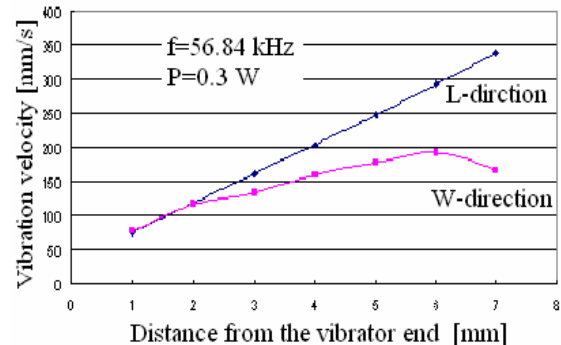


Fig.6 Vibration velocity of Lower-mode.

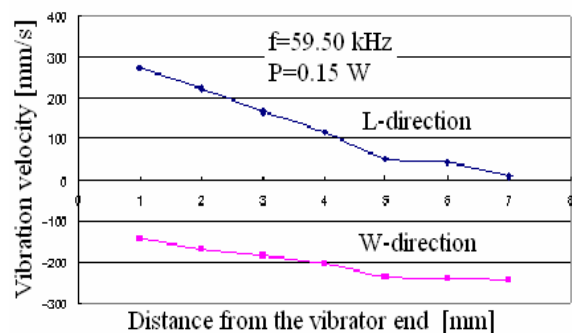


Fig.7 Vibration velocity of Upper-mode.